

# KEPLER



Kaoutar Saber

Yannis Medjebeur

# Sommaire

- INTRODUCTION .....3
- MISSION KEPLER.....4
- LANCEMENT.....6
- DEROULEMENT.....7
- RESULTATS.....8

# INTRODUCTION

« Sommes-nous seuls dans l'univers ? » est une question que les scientifiques du monde entier se posent depuis plusieurs siècles déjà ; la découverte et l'observation d'étoiles de caractéristiques différentes les amenant à questionner leur influence sur l'éventualité de l'existence de planètes n'appartenant pas à notre système solaire, et sur leur capacité à abriter la vie.

La vieille croyance en un univers fini commence à être théorisée de manière cohérente au IV<sup>e</sup> siècle av JC par Aristote (384-322 av JC). Dans son traité *Du ciel* Aristote soumet sa vision géocentrique d'un univers enclos à l'intérieur d'une voûte sphérique, d'une Terre immobile, les étoiles qui y sont visibles alors fixées dans une sphère en mouvement de rotation uniforme sur elle-même. Selon lui, « *Si le ciel est infini, et s'il se meut en cercle, il faudra admettre qu'en un temps fini, il aura parcouru l'infini.* », ce qui est impensable pour Aristote. Sa vision s'est alors imposée, reprise et améliorée par les astronomes grecs tels que Ptolémée, et il fallut attendre 1543 et l'ouvrage de Nicolas Copernic *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Des révolutions des sphères célestes*) pour la diffusion de la théorie héliocentrique et une sphère des étoiles fixes immobilisée. Le mouvement apparent des étoiles est alors expliqué par la rotation de la Terre autour du Soleil, sans pour autant remettre en question le caractère fini de l'univers.

C'est Giordano Bruno (1548-1600), adhérent à la cosmologie de Copernic qui, en 1584, renonce à l'idée d'univers fini « *Il est donc d'innombrables soleils et un nombre infini de terres tournant autour de ces soleils, à l'instar des sept "terres" [la Terre, la Lune, les cinq planètes alors connues : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne] que nous voyons tourner autour du Soleil qui nous est proche.* » et suppose l'existence de mondes habités par des formes de vie intelligentes.

Par définition, une exoplanète est donc un objet céleste orbitant autour d'une étoile autre que le soleil et possédant une masse suffisante pour que sa gravité la maintienne en équilibre hydrostatique, sous une forme sphérique

# MISSION KEPLER

La mission Kepler a été conçue pour détecter les exoplanètes lorsqu'elles passent devant leur étoile, ce qui cause une baisse de luminosité sur une durée allant de 1 à 12 heures. Cette méthode est appelée « méthode de transit » et est utilisée sur plus de 100.000 étoiles dans une large zone dans la constellation du cygne et de la lyre toutes les 30 minutes. Cette zone fut choisie car elle répond aux contraintes suivantes

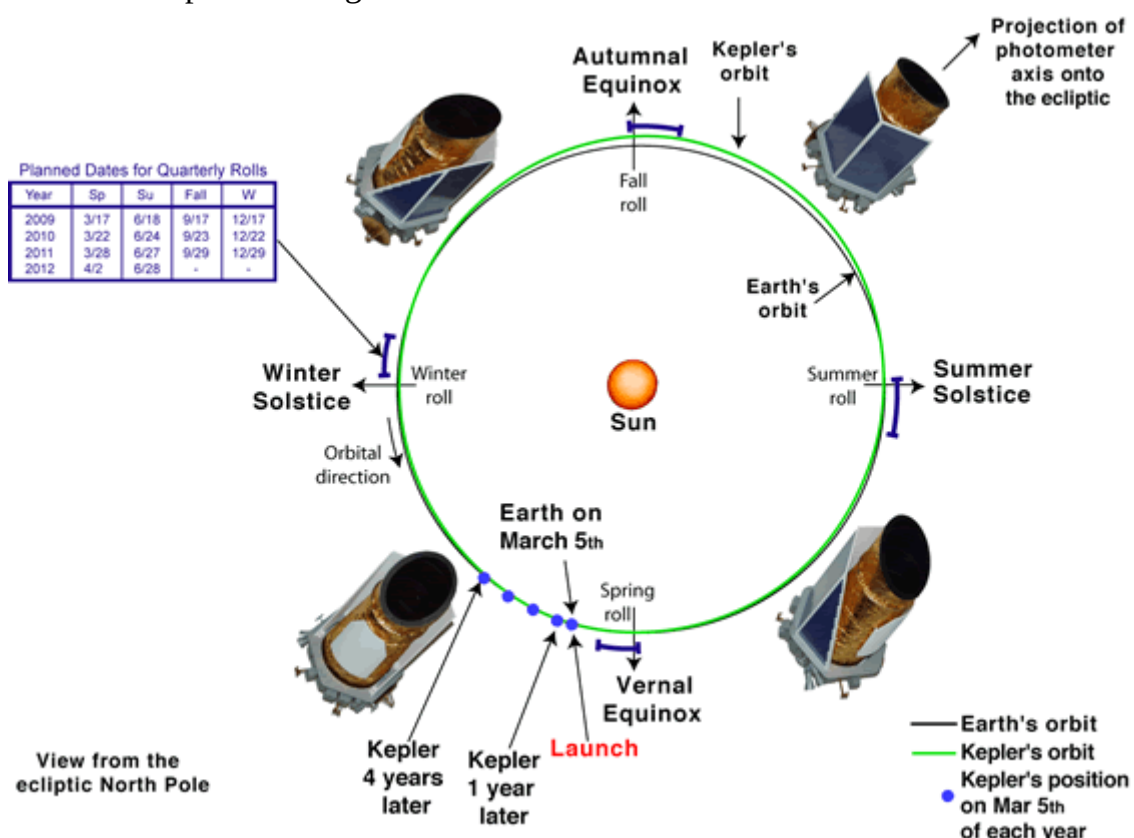
- La zone doit être continuellement visible pendant la missions
- Elle doit contenir de nombreuses étoiles similaires à notre soleil
- La zone doit être hors du plan de l'écliptique, pour ne pas être gêné par le Soleil, la Lune ou la Terre.

La distance des étoiles pour lesquelles des planètes de taille similaire à la Terre peuvent être détectées varie de 600 à 3000 années lumières et moins d'un pourcent des étoiles observées ont une distance inférieure.

## Caractéristiques techniques

- 2,7 m de diamètre pour 4,7m de hauteur
- 1052,4 kg dont 478 pour le photomètre et 11,7 kg d'hydrazine
- Alimentation par 4 panneaux solaires non coplanaires, pour un total de 10,2 m<sup>2</sup>. Les 2860 cellules photovoltaïques produisent 1100 Watts. Le stockage est assuré par batterie lithium-ion de 20 Ampères-heures. Le satellite doit exécuter un roulis de 90 degrés tous les 3 mois pour repositionner les panneaux solaires face au Soleil

Le seul instrument à bord de Kepler est un photomètre, qui est l'association d'un télescope de type Schmidt de 0,95 m d'ouverture avec un miroir primaire de 1,4m, d'un détecteur matriciel au plan focal, le plus large jamais envoyé dans l'espace par la NASA constitué de 42 capteurs CCD de 50x25 mm, chacun comportant 2200x1024 pixels. Quand le CCD est exposé à la lumière provenant du télescope, cela produit une image faite d'électrons, convertie en binaire puis en image réelle



Ce photomètre à un champ de vision de 15 degrés, ce qui permet de voir 30 Lunes alignées. Ces transits sont vu uniquement si la planète est presque parfaitement alignée avec la ligne de vue de l'observateur, la chance pour une planète de taille similaire à la nôtre étant inférieure à 1 %. Pour des planètes très proches de leur étoile, la probabilité d'alignement est de 10 %. La détection de ces transits constitue un challenge puisque le changement de luminosité causée par une planète de taille similaire à la Terre orbitant autour d'une étoile de taille similaire au Soleil est seulement de 84 parties par millions, moins d'un centième de pourcent. Pour une planète de la taille de Jupiter, le transit cause une baisse de 1 à 2 % et la découverte d'une exoplanète est confirmée par plusieurs transits engendrant des baisses similaires

La mission doit être assez longue pour détecter et confirmer la nature périodique des transits des planètes. Une durée de 4 ans fut proposée, ce qui permettrait une détection de 4 transits de planètes de période annuelle et de 3 transits de planètes périodiques de 1,33 années, 3 transits pour 50 % des orbites de 1,6 années et 10 % des orbites de 1,9 années,

Le système de télécommunication, est conçu pour opérer à une distance de 96 millions de km. Il utilise une antenne parabolique de haut gain pour la transmission, deux antennes bas gain réceptrices et deux antennes bas gain de transmission. Ce système peut recevoir des commandes de la Terre à des vitesses allant de 10 à 4,3 millions de bits par seconde et est exploité par la NASA's Jet Propulsion Laboratory et la NASA's Deep Space Network. Kepler opère la collecte des données automatiquement ; deux fois par semaine, il est contacté pour une vérification de son état et pour l'envoi de nouvelles séquences de commandes. Une fois par mois, le satellite arrête la collecte pour un jour, se réoriente pour pointer l'antenne de haut gain sur la Terre et envoie ses données.

## Lancement:

Kepler est un télescope spatial développé par la NASA dont l'objectif est de découvrir des planètes telluriques et autres petits corps qui orbitent autour d'autres étoiles de notre galaxie

Ce véhicule spatial a une masse de 1039 kg , une ouverture de 0,95 mètre et un miroir primaire de 1,4 mètre .

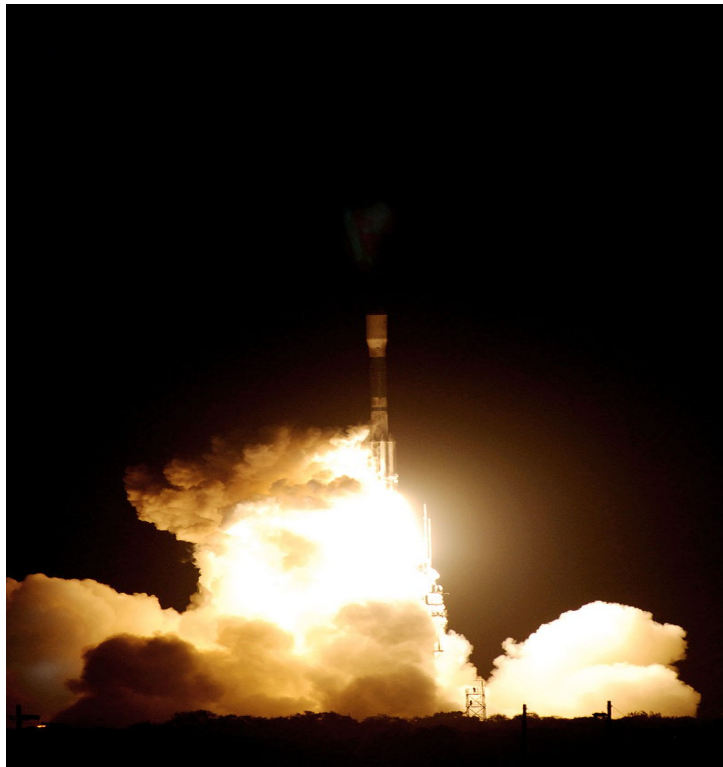
Son énergie est fournie par un panneau solaire délivrant une puissance de 651 watts .

IL dispose d'un plus grand miroir parmi tous les télescopes situés au de la de l'orbite terrestre , avec un champ d'observation de  $105 \text{ deg}^2$  , afin de fournir une excellente photométrie .

Il dispose ainsi d'une caméra de plan focal 42 capteurs CDD chacun comportant  $2200 \times 1024$  pixels . Ce qui en fit à l'époque la plus grande caméra jamais lancée dans l'espace , avec un total de 95 mégapixels .

En janvier 2006, le lancement du projet fut reporté de huit mois à cause des coupes budgétaires et de consolidations à la NASA . Il fut à nouveau reporté de 4 mois en mars 2006 du fait de nouveaux problèmes de budget .

Le 7 mars 2009 à 03:49:57 , le projet fut lancé à bord d'une fusée Delta II en Floride. Le lancement fut un succès total . Le 12 mai 2009 , Kepler compléta sa phase de mise en service avec succès et débuta sa recherche de planètes autour d'autres étoiles .



## DEROULEMENT:

En juin 2009 , le vaisseau envoya avec succès ses premières données scientifiques vers la terre . Il fut découvert que Kepler était entré en mode de sécurité le 15 juin . Un second événement de mode de sécurité se reproduisit le 2 juillet.

Dans les deux cas , l'événement fut déclenché par une réinitialisation de processeur.

Le vaisseau reprit son fonctionnement normal le 3 juillet et les données scientifiques qui avaient été collectées le 19 juin furent transmises vers la terre ce jour là . Le 14 octobre 2009, il fut déterminé que la cause de ces événements de mise en sécurité était une alimentation électrique à basse qui alimente le processeur du RAD 750 .

Le 12 janvier 2010, une partie du plan focal transmet des données anormales , suggérant un problème avec son module MOD-3 qui couvre 2 des 42 CCD de *Kepler* . À partir d'octobre 2012, le module fut considéré comme étant en panne, mais la couverture de l'instrument excédait toujours les objectifs scientifique

Le 14 juillet 2012, l'une des quatre roues de réaction utilisée pour le pointage de précision du télescope est tombée en panne. Comme *Kepler* n'a besoin que de trois roues de réaction pour pointer correctement le télescope il peut continuer à fonctionner, mais une autre panne le laisserait dans l'incapacité de poursuivre sa mission. Il s'agit d'une menace potentielle pour l'extension de la mission.

Le 17 janvier 2013 la NASA a annoncé que l'une des trois roues de réaction restantes montrait des signes d'une friction accrue, et que *Kepler* interromprait son fonctionnement pendant 10 jours comme possible méthode pour corriger le problème. Si cette seconde roue devait aussi tomber en panne, la mission *Kepler* prendrait fin. Le 29 janvier 2013, la NASA signala le succès du rétablissement du mode de collecte scientifique.

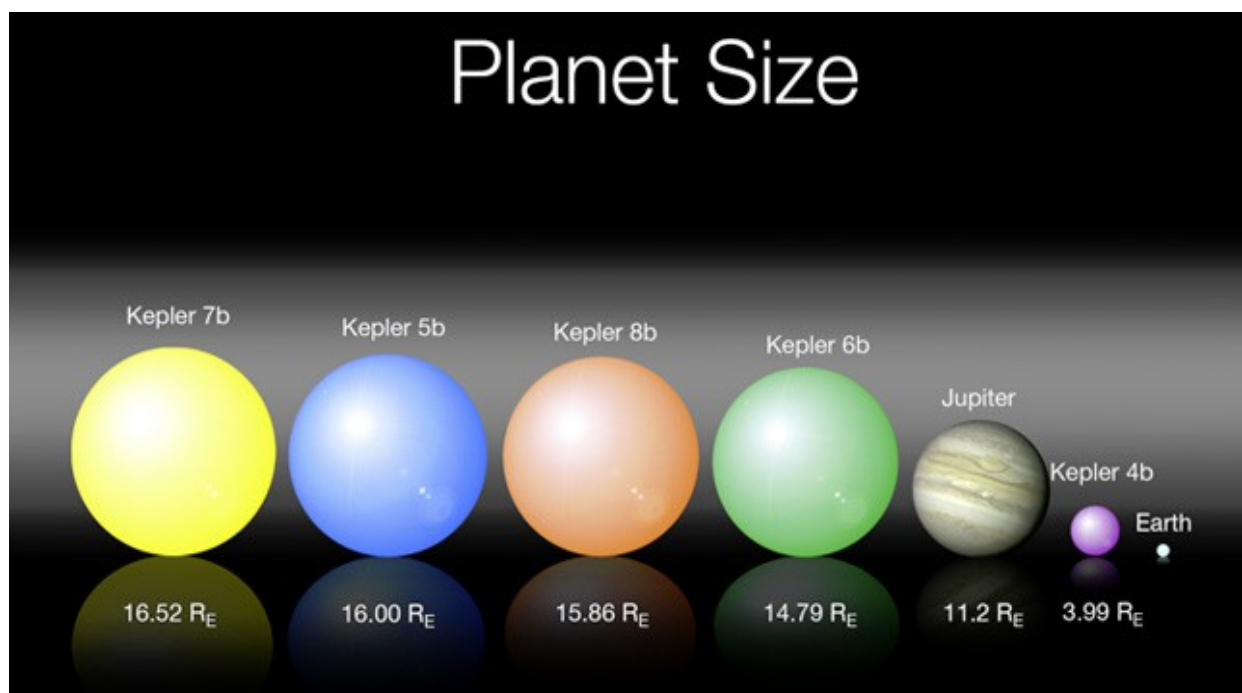
Le 15 août 2013, la NASA déclare officiellement renoncer à réparer les deux roues endommagées, ce qui marque l'arrêt définitif du fonctionnement du télescope. L'analyse des données se poursuivra en revanche sur plusieurs années.

## RESULTATS

Kepler a révolutionné notre compréhension de la galaxie. Il y a 20 ans à peine, nous ne savions pas avec certitude s'il existe un système planétaire autour de la plus part des étoiles . À présent, et grâce à la mission Kepler nous sommes sûrs qu'il existe un système planétaire autour de la plupart des étoiles.

Kepler avait confirmé l'existence de l'exoplanète déjà identifiée par la méthode de transits, et qu'il fonctionnait suffisamment bien pour découvrir des planètes de taille terrestre.

Le lundi 4 janvier 2010, les responsables de mission Kepler annonçaient la découverte de ses cinq premières exoplanètes, soit les planètes des étoiles Kepler-4 à Kepler-8.

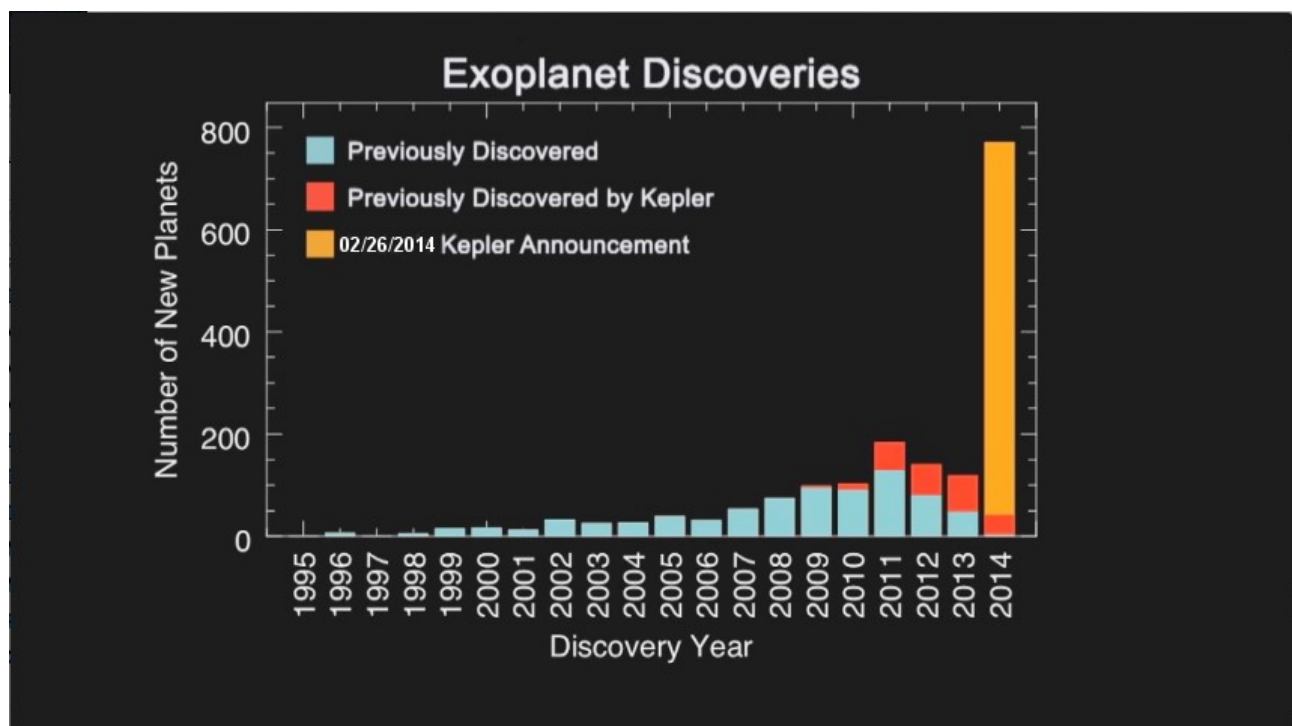


Le 26 février 2014, les scientifiques ont annoncé que les données de *Kepler* ont confirmé l'existence de 715 nouvelles exoplanètes. Une nouvelle méthode statistique de confirmation appelée vérification par la multiplicité, qui est basé sur le nombre de planètes autour de plusieurs étoiles, sont en fait de véritables planètes.



Cela a permis la confirmation plus rapide de nombreuses candidates qui font partie des systèmes planétaires multiples. 95% des exoplanètes découvertes étaient plus petites que Neptune et quatre, dont Kepler-296 f, étaient inférieures à 2 1/2 la taille de la terre et étaient dans la zone habitable où les températures de surface sont adaptées pour l'eau liquide.

Voici un histogramme d'exoplanète découverte. La barre jaune ombragée montre les planètes nouvellement annoncées, y compris celles vérifiées par la technique de la multiplicité:



Le 17 avril 2014, l'équipe *Kepler* a annoncé la découverte de Kepler 186 f, la première planète de taille comparable à celle de la Terre située dans la zone habitable. Cette planète est en orbite autour d'une naine rouge.

Le 27 janvier 2015, les scientifiques découvrent un système planétaire de 11,2 milliards d'années avec cinq exoplanètes qui tournent autour d'une étoile de type solaire. Le système Kepler 444 est à ce jour le système le plus ancien identifié de la Voie lactée, de plus elles se trouvent dans la zone habitable

Les données de Kepler ont aussi aidé les scientifiques à observer et à comprendre l'ensemble des phénomènes conséquents à l'explosion d'une étoile , ce qu'on appelle les supernovas ; des mesures ont été recueillies toutes les demi-heures de sorte que les courbures de lumière ont été particulièrement utiles pour l'étude de ces types d'événements astronomiques.

A L'heure actuelle , les astronomes ont trouvé environ 5000 exoplanètes potentielles en- dehors de notre système solaire, et parmi elles plus de 3200 ont été confirmées, selon la NASA. La mission Kepler peut se vanter d'en avoir détecté 2325 à elle toute seule.

Le télescope spatial Kepler , dont la mission est d'effectuer un recensement des exoplanètes de notre galaxie, aurait ajouté pas moins de 1284 nouvelles planètes à son catalogue, a annoncé la NASA. Jamais une découverte de cette ampleur n'avait été faite en un laps de temps si court, ont expliqué les scientifiques de la mission .

« Il y a probablement des dizaines de milliards de planètes potentiellement habitables de la taille de la Terre dans la galaxie, » a déclaré Natalie Batalha, l'une des responsables scientifiques de la mission Kepler. « Un jour, dans un futur proche peut-être, nous serons en mesure de pointer une étoile dans le ciel et de dire : il y a une planète habitée en orbite autour de cette étoile. »